

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월28일
(11) 등록번호 10-0798086
(24) 등록일자 2008년01월18일

(51) Int. Cl.
B25J 5/00 (2006.01) *B25J 13/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0124990
(22) 출원일자 2006년12월08일
심사청구일자 2006년12월08일
(65) 공개번호 10-2007-0062422
(43) 공개일자 2007년06월15일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00358353 2005년12월12일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
EP 1486298 A
EP 1510302 A

(73) 특허권자
혼다 기켄 고교 가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 미나미아오야마 2쵸메 1반 1고
(72) 발명자
오리타 아츠오
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐죠나이
하세가와 다다아키
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐죠나이
스기야마 겐이치로
일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4-1 가부시키가이샤혼다기쥬츠 겐큐죠나이
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 박태욱

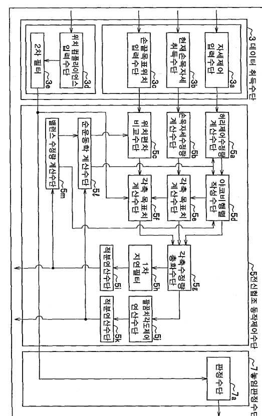
(54) 다리식 이동 로봇 제어장치 및 다리식 이동 로봇, 및,다리식 이동 로봇의 제어 방법

(57) 요 약

오퍼레이터의 조작 없이 특정 위치에 물건을 수평에 놓아둘 수 있고, 팔부의 신장 가능한 범위의 제약이 경감된 높이의 특정 위치에 물건을 놓을 수 있는 다리식 이동 로봇 제어장치 및 다리식 이동 로봇, 및 다리식 이동 로봇의 제어 방법을 제공한다.

다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 복수의 링크로 구성되는, 물건을 파지하는 팔부 및 이동하기 위한 다리부가 상체부에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇(R)의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 팔부(R3)에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여 제어하는 것으로, 데이터 취득 수단(3)과, 전신 협조동작 제어수단(5)과, 놓임 판정 수단(7)을 구비하는 구성으로 하였다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여, 제어하는 다리식 이동 로봇 제어장치로서,

상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를 취득하는 데이터 취득 수단과,

이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 상기 팔부의 동작에 맞추어서 상기 다리부의 동작을 제어하는 전신협조동작(whole-body cooperative motion) 제어 수단과,

이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득 수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 판정하는 놓임 판정 수단을 구비하고,

상기 전신협조동작 제어수단은, 상기 팔부의 위치를 내리거나 또는 상기 팔부를 신장시켰을 때, 상기 놓임 판정 수단에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여져 있지 않다고 판정된 경우에, 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 2

물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여, 제어하는 다리식 이동 로봇 제어장치로서,

상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를 취득하는 데이터 취득 수단과,

이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을, 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 상기 팔부와 상기 다리부의 일부 또는 상기 링크의 가동 위치를 꼭짓점(頂點)으로 하여 연결해서 형성되는 다면체의 일부의 꼭짓점의 움직임을 다른 꼭짓점의 움직임에 의해 보상하도록, 상기 팔부의 동작과 상기 다리부의 동작을 제어하는 전신협조동작 제어수단과,

이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득 수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 판정하는 놓임 판정 수단을 구비하고,

상기 다면체의 꼭짓점은 적어도,

상기 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 다면체는, 제1쌍을 이루는 꼭짓점과, 상기 제1쌍을 이루는 꼭짓점의 대각(對角)에 위치한 제2쌍을 이루는 꼭짓점을 포함하며,

상기 제1쌍을 이루는 꼭짓점은, 각각 대향하는 좌우측면의 꼭짓점들로 이루어지며,

상기 제2쌍을 이루는 꼭짓점은, 각각 대향하는 좌우측면의 꼭짓점들로 이루어지며,

상기 전신협조동작 제어수단은, 상기 제1쌍의 꼭짓점과 상기 제2쌍의 꼭짓점 중 어느 한 쌍의 꼭짓점이, 소정의 기준 다면체의 대응하는 쌍의 꼭짓점으로부터 돌출된 경우에는, 대각에 위치하는 다른 쌍의 꼭짓점도, 소정의 기준 다면체의 대응하는 쌍의 꼭짓점으로부터 돌출되도록 하여, 상기 다면체의 일부의 꼭짓점의 동작을 다른 꼭

짓점의 동작에 의해 보상하도록, 상기 팔부의 동작과 상기 다리부의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 다리식 로봇의 팔부와 다리부는 좌우측에 각각 구비되며,

상기 다면체는 서로 대향하는 제1측면과 제2측면을 포함하며,

상기 제1측면은,

상기 우측 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 우측 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 우측 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 우측 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치로 이루어지는 꼭짓점들을 연결하여 형성되며,

상기 제2측면은, 각각 그 제2측면의 꼭짓점이 되는,

상기 좌측 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 좌측 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 좌측 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 좌측 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치로 이루어지는 꼭짓점들을 연결하여 형성되며,

상기 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치의 변화에 따라, 상기 대향하는 제1측면과 제2측면의 형상이 동일하게 변화하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전신협조동작 제어수단은, 상기 팔부가 파지하고 있는 상기 물품을 수평으로 유지한 채 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 전신협조동작 제어수단은, 상기 팔부가 파지하고 있는 상기 물품을 수평으로 유지한 채 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 다리식 이동 로봇 제어장치를 구비한 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇.

청구항 8

물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여 제어하는 다리식 이동 로봇 제어 방법으로서,

상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를, 데이터 취득 수단에 의해 취득하는 단계와,

이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을, 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 상기 팔부의 동작에 맞추어서 상기 다리부의 동작을, 전신협조동작 제어수단에 의해 제어하는 단계와,

이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득

수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 놓임 판정 수단에 의해 판정하는 단계를 포함하고,

상기 전신협조동작 제어수단에 의해 제어하는 단계에서는, 상기 팔부의 위치를 내리거나 또는 상기 팔부를 신장시켰을 때, 상기 놓임 판정 수단에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여져 있지 않다고 판정된 경우에, 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어되는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어 방법.

청구항 9

물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여 제어하는 다리식 이동 로봇 제어 방법으로서,

상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를, 데이터 취득 수단에 의해 취득하는 단계와,

이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을, 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 전신협조동작 제어수단에 의해, 상기 팔부와 상기 다리부의 일부 또는 상기 링크의 가동 위치를 꼭짓점으로 하여 연결해서 형성되는 다면체의 일부의 꼭짓점의 움직임을 다른 꼭짓점의 움직임에 의해 보상하도록, 상기 팔부의 동작과 상기 다리부의 동작을 제어하는 단계와,

이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득 수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 놓임 판정 수단에 의해 판정하는 단계를 포함하고,

상기 다면체의 꼭짓점은 적어도,

상기 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 다면체는, 서로 대각(對角)에 위치하는, 제1쌍을 이루는 꼭짓점과 제2쌍을 이루는 꼭짓점을 포함하며,

상기 제1쌍을 이루는 꼭짓점은, 각각 대향하는 좌우측면의 꼭짓점들로 이루어지며,

상기 제2쌍을 이루는 꼭짓점은, 각각 대향하는 좌우측면의 꼭짓점들로 이루어지며,

상기 제1쌍의 꼭짓점과 상기 제2쌍의 꼭짓점 중 어느 한 쌍의 꼭짓점이, 소정의 기준 다면체의 대응하는 쌍의 꼭짓점으로부터 돌출된 경우에는, 대각에 위치하는 다른 쌍의 꼭짓점도, 소정의 기준 다면체의 대응하는 쌍의 꼭짓점으로부터 돌출되도록 하여, 상기 다면체의 일부의 꼭짓점에서의 돌출을 다른 꼭짓점의 돌출에 의해 보상하도록, 상기 팔부의 동작과 상기 다리부의 동작을, 상기 전신협조동작 제어수단에 의해, 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 다리식 로봇의 팔부와 다리부는 좌우측에 각각 구비되며,

상기 다면체는 서로 대향하는 제1측면과 제2측면을 포함하며,

상기 제1측면은,

상기 우측 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 우측 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 우측 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 우측 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치로 이루어지는 꼭짓점들을 연결하여 형성되며,

상기 제2측면은, 각각 그 제2측면의 꼭짓점이 되는,

상기 좌측 팔부의 일부인 손끝의 위치와,

상기 좌측 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 좌측 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와,

상기 좌측 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치로 이루어지는 꼭짓점들을 연결하여 형성되며,

상기 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치의 변화에 따라, 상기 대향하는 제1측면과 제2측면의 형상이 동일하게 변화하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어 방법.

청구항 12

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 전신협조동작 제어수단에 의한 제어 단계에서는, 상기 팔부가 파지하고 있는 상기 물품을 수평으로 유지한 채 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 다리식 이동 로봇 제어 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<18> 본 발명은 다리에 의해 이동하는 다리식 이동 로봇, 이 다리식 이동 로봇을 제어하는 다리식 이동 로봇 제어장치, 및 다리식 이동 로봇의 제어 방법에 관한 것이다.

<19> 종래, 다리에 의해 보행 또는 주행하는(이하, 이동한다라고 한다) 다리식 이동 로봇이 알려져 있다. 이와 같은 다리식 이동 로봇은 사람과의 자연스런 커뮤니케이션을 실현하기 위해 통상적으로, 머리부, 팔부, 몸체부 및 다리부를 구비한 인간의 형태를 하고 있다.

<20> 또한 일반적인 로봇, 특히 산업용 로봇에는 물건을 조립하거나 물건을 파지하거나, 물건을 운반하거나 하는 것이 일반적이다.

<21> 이와 같은 산업 로봇은 물건을 조립하거나, 물건을 파지하거나 하는 팔부(로봇 핸드, 로봇 아암이라고 호칭된다)만으로 구성되어 있는 경우가 많다.

<22> 일본 공개특허 2004-160594호 공보에 개시되어 있는 「로봇 핸드」는 파지 대상물의 개략적인 형상을 접촉 센서, 개방 각도 센서 등으로 계산하여 파지 동작을 결정하는 것이다.

<23> 일본 공개특허 2004-167674호 공보에 개시되어 있는 「로봇 파지 제어장치」는 물건을 파지하는 로봇 핸드에 작용하는 외력의 값이 외력 센서에 의해 검출되고, 그 외력 값이 변화했을 때 로봇 핸드가 물건을 파지하는 파지력을 감소 또는 증가하여 그 물건을 주고 받는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<24> 그러나, 종래 개시되어 있는 로봇 핸드나 로봇 파지 제어장치를 다리식 이동 로봇에 조립하고, 이 다리식 이동 로봇을 오퍼레이터의 조작 없이 자율 제어(autonomous control)에 의해 물건을 파지시키고 특정 위치에 놓으려고 하면 그 물건을 수평으로 유지할 수 없어 기울어지거나 다리식 이동 로봇의 자세가 무너져 버리는 문제가 있다.

<25> 특히, 다리식 이동 로봇의 팔부에 물건을 파지시켜 이 파지한 물건을 특정 위치(일정한 높이의 테이블 등)에 놓으려고 하면, 특정 위치의 높이가 그 팔부의 신장 가능한 범위의 제약을 받게 되는 문제가 있다.

<26> 그래서, 본 발명에서는 상기 문제를 해결하고 오퍼레이터의 조작 없이, 다리식 이동 로봇의 자세를 소정의 자세로 유지하면서, 팔부의 신장 가능한 범위의 제약이 경감된 높이의 특정 위치에 물건을 놓을 수 있는 다리식 이동 로봇 제어장치 및 다리식 이동 로봇, 및 다리식 이동 로봇의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

<27> 본 발명은, 물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여, 제어하는 다리식 이동 로봇 제어장치로서, 상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를 취득하는 데이터 취득 수단과, 이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 상기 팔부의 동작에 맞추어서 상기 다리부의 동작을 제어하는 전신협조동작(whole-body cooperative motion) 제어 수단과, 이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득 수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 판정하는 놓임 판정 수단을 구비하는 다리식 이동 로봇 제어장치를 제공한다.

<28> 본 발명에 따른 상기 다리식 이동 로봇 제어장치에 있어서의 상기 전신협조동작 제어수단은, 상기 팔부의 위치를 내리거나 또는 상기 팔부를 신장시켰을 때, 상기 놓임 판정 수단에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여져 있지 않다고 판정된 경우에, 상기 다리부의 각 링크가 서로 연결되는 부분에서 굽혀지도록 제어하는 것을 특징으로 한다.

<29> 또한, 본 발명은, 물품을 파지하기 위해 복수의 링크를 가진 팔부 및 이동하기 위해 복수의 링크를 가진 다리부가 몸체에 연결되는 다리식 이동 로봇을, 이 다리식 이동 로봇의 자세 및 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와 상기 팔부에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터에 기초하여, 제어하는 다리식 이동 로봇 제어장치로서, 상기 자세 위치 데이터와 상기 외력 데이터를 취득하는 데이터 취득 수단과, 이 데이터 취득 수단에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 상기 팔부에 의해 파지한 물품을, 미리 지정된 지정 위치에 놓아둘 때, 상기 팔부와 상기 다리부의 일부 또는 상기 링크의 가동 위치를 꼭짓점(頂點)으로 하여 연결해서 형성되는 다면체의 일부의 꼭짓점의 움직임을 다른 꼭짓점의 움직임에 의해 보상하도록, 상기 팔부의 동작과 상기 다리부의 동작을 제어하는 전신협조동작 제어수단과, 이 전신협조동작 제어수단에 의한 동작에 의해 상기 물품이 상기 지정 위치에 놓여진 것을, 상기 데이터 취득 수단에 의해 취득된 외력 데이터에 기초하여, 판정하는 놓임 판정 수단을 구비하는 다리식 이동 로봇 제어장치를 제공한다.

<30> 본 발명에 따른 상기 다리식 이동 로봇 제어장치에 있어서의 상기 다면체의 꼭짓점은 적어도, 상기 팔부의 일부인 손끝의 위치와, 상기 팔부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와, 상기 다리부와 상기 몸체가 연결되는 링크의 가동 위치와, 상기 다리부의 일부인 발뒤꿈치의 위치 또는 무릎의 위치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<31> 또한, 본 발명은, 상술한 다리식 이동 로봇 제어장치를 구비한 다리식 이동 로봇 및 상술한 다리식 이동 로봇 제어장치의 제어방법을 제공한다.

<32> 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서, 적절히 도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

<33> 본 실시 형태의 설명에서는, 우선 다리식 이동 로봇의 개략, 구동 구조 및 구성에 대해서 설명하고, 이어서 다리식 이동 로봇 제어장치의 구성을 설명한다. 그 후, 다리식 이동 로봇에 의한 물품의 수취에서부터 놓아둘 때까지의 전체 동작을 설명하고, 이어서 다리식 이동 로봇에 의한 물품을 놓아둘 때의 상세한 동작에 대해서 설명한다.

<34> (다리식 이동 로봇의 개략)

<35> 도 1은 다리식 이동 로봇의 전체를 도시한 모식도이다.

<36> 도 1에 도시한 바와 같이, 다리식 이동 로봇(R)은 자율 이동형의 2발 이동 로봇이고, 인간과 마찬가지로 2개의 다리부(R1)(1개만 도시함)에 의해 기립, 이동(보행, 주행 등)하고, 상체부(몸체)(R2), 2개의 팔부(R3)(1개만 도시함) 및 머리부(R4)를 구비하고, 자율적으로 이동한다. 또 다리식 이동 로봇(R)은 이들 다리부(R1), 상체부(R2), 팔부(R3) 및 머리부(R4)의 동작을 제어하는 제어장치 탑재부(R5)를 짊어진 형태로 등(상체부(R2)의 뒷부분)에 구비하고 있다. 이하의 설명에서, 다리식 이동 로봇(R)의 전후 방향으로 X축, 좌우 방향으로 Y축, 상하

방향으로 Z축을 취한다.

<37> (다리식 이동 로봇의 구동 구조)

<38> 계속해서, 다리식 이동 로봇(R)의 구동 구조에 대해서 설명한다. 도 2는 도 1에 나타낸 다리식 이동 로봇(R)의 구동 구조를 모식적으로 나타내는 사시도이다. 도 2에서의 관절부는 그 관절부를 구동하는 전동 모터에 의해 나타나 있다.

<39> <다리부(R1)>

<40> 도 2에 도시한 바와 같이, 좌우 각각의 다리부(R1)는 6개의 관절부(11R(L)~16R(L))(이하, 우측을 R, 좌측을 L이라고 한다. 또 R, L을 붙이지 않는 경우도 있다.)을 구비하고 있다. 좌우 12개의 관절은, 가랑이부(股部; 다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 다리부 회선(回旋)용(Z축 둘레)의 고관절부(11R, 11L), 가랑이부의 피치축(Y축) 둘레의 고관절부(12R, 12L), 가랑이부의 롤축(X축) 둘레의 고관절부(13R, 13L), 무릎부의 피치축(Y축) 둘레의 무릎 관절부(14R, 14L), 발목의 피치축(Y축) 둘레의 발목 관절부(15R, 15L), 및 발목의 롤축(X축) 둘레의 발목 관절부(16R, 16L)로 구성되어 있다. 그리고, 다리부(R1) 아래에는 발부(17R, 17L)가 부착되어 있다.

<41> 즉, 다리부(R1)는 고관절부(11R(L), 12R(L), 13R(L)), 무릎 관절부(14R(L))및 발목 관절부(15R(L), 16R(L))를 구비하고 있다. 고관절부(11R(L)~13R(L))와 무릎 관절부(14R(L))는 대퇴 링크(51R, 51L)에 의해, 무릎 관절부(14R(L))와 발목 관절부(15R(L), 16R(L))는 하퇴 링크(52R, 52L)에 의해 연결되어 있다.

<42> <상체부(R2)>

<43> 도 2에 도시한 바와 같이, 상체부(R2)는 다리식 이동 로봇(R)의 몸체 부분이고, 다리부(R1), 팔부(R2) 및 머리부(R4)와 연결되어 있다. 즉, 상체부(R2)(상체 링크(53))는 고관절부(11R(L)~13R(L))를 통해 다리부(R1)와 연결되어 있다. 또 상체부(R2)는 후술하는 어깨 관절부(31R(L)~33R(L))를 통해 팔부(R3)와 연결되어 있다. 또 상체부(R2)는 후술하는 목 관절부(41, (42))를 통해 머리부(R4)와 연결되어 있다. 또 상체부(R2)는 상체 회선용(Z축 둘레)의 관절부(21)를 구비하고 있다.

<44> <팔부(R3)>

<45> 도 2에 도시한 바와 같이, 좌우 각각의 팔부(R3)는 7개의 관절부(31R(L)~37R(L))를 구비하고 있다. 좌우 14개의 관절부는, 어깨부(팔부(R3)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 피치축(Y축) 둘레의 어깨 관절부(31R, 31L), 어깨부의 롤축(X축) 둘레의 어깨 관절부(32R, 32L), 팔부 회선용(Z축 둘레) 어깨 관절부(33R, 33L), 팔꿈치부의 피치축(Y축) 둘레의 팔꿈치 관절부(34R, 34L), 손목 회선용(Z축 둘레)의 팔 관절부(35R, 35L), 손목의 피치축(Y축) 둘레의 손목 관절부(36R, 36L), 및 손목의 롤축(X축) 둘레의 손목 관절부(37R, 37L)로 구성되어 있다. 그리고, 팔부(R3)의 선단에는 파지부(핸드)(71R, 71L)가 부착되어 있다.

<46> 즉, 팔부(R3)는 어깨 관절부(31R(L), 32R(L), 33R(L)), 팔꿈치 관절부(34R(L)), 팔 관절부(35R(L)) 및 손목 관절부(36R(L), 37R(L))를 구비하고 있다. 어깨 관절부(31R(L)~33R(L))와 팔꿈치 관절부(34R(L))는 위팔 링크(54R(L))에 의해, 팔꿈치 관절부(34R(L))와 손목 관절부(36R(L), 37R(L))는 앞팔 링크(55R(L))에 연결되어 있다.

<47> <머리부(R4)>

<48> 도 2에 도시한 바와 같이, 머리부(R4)는 목부(머리부(R4)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 Y축 둘레의 목 관절부(41)와, 목부의 Z축 둘레의 목 관절부(42)를 구비하고 있다. 목 관절부(41)는 머리부(R4)의 틸트각을 설정하기 위한 것이고, 목 관절부(42)는 머리부(R4)의 팬 각도 설정하기 위한 것이다.

<49> 이와 같은 구성에 의해, 좌우의 다리부(R1)는 합계 12의 자유도를 가지며, 이동 중에 12개의 관절부(11R(L)~16R(L))를 적절한 각도로 구동함으로써 다리부(R1)에 원하는 움직임을 줄 수 있어, 로봇(R)이 임의로 3차원 공간을 이동할 수 있다. 또한, 좌우의 팔부(R3)는 합계 14의 자유도를 가지며, 14개의 관절부(31R(L)~37R(L))를 적절한 각도로 구동함으로써 다리식 이동 로봇(R)이 원하는 작업을 할 수 있다.

<50> 또한, 발목 관절부(15R(L), 16R(L))와 발부(17R(L)) 사이에는 공지의 6축 힘센서(61R(L))가 마련되어 있다. 6축 힘센서(61R(L))는 바닥면으로부터 다리식 이동 로봇(R)에 작용하는 바닥반력의 3방향 성분(Fx, Fy, Fz)과, 모멘트의 3방향 성분(Mx, My, Mz)을 검출한다.

<51> 또한, 손목 관절부(36R(L), 37R(L))와 파지부(71R(L)) 사이에는 공지의 6축 힘센서(62R(L))가 마련되어 있다.

6축 힘센서(62R(L))는 다리식 이동 로봇(R)의 파지부(38R(L))에 작용하는 반력의 3방향 성분(Fx, Fy, Fz)과, 모멘트의 3방향 성분(Mx, My, Mz)을 검출한다.

<52> 또한, 상체부(R2)에는 경사 센서(63)가 마련되어 있다. 경사 센서(63)는 상체부(R2)의 중력축(Z축)에 대한 기울기와 각속도를 검출한다.

<53> 또 각 관절부의 전동 모터는 그 출력을 감속·증력(增力)시키는 감속기(미도시)를 통해 상기 대퇴 링크(51R(L)), 하퇴 링크(52R(L)) 등을 상대 변위시킨다. 이들 각 관절부의 각도는 관절 각도 검출 수단(예를 들면, 로터리 인코더)에 의해 검출된다.

<54> 제어장치 탑재부(R5)는 후술하는 자율 이동 제어부(autonomous motion controller; 150), 파지부 제어부(160), 무선 통신부(170), 주제어부(200), 배터리(미도시)를 수납하고 있다. 각 센서(61~63) 등의 검출 데이터는 제어장치 탑재부(R5)내의 각 제어부 및 후술하는 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 보내진다. 또한 각 전동 모터는 각 제어부로부터의 구동 지시 신호에 의해 구동된다.

<55> (다리식 이동 로봇의 구성)

<56> 도 3은 도 1에 나타낸 다리식 이동 로봇의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 다리식 이동 로봇(R)은 다리부(R1), 팔부(R2) 및 머리부(R4)와 더불어, 카메라(C, C), 스피커(S), 마이크(MC, MC), 화상 처리부(100), 음성 처리부(110), 대상 검지부(120), 자율 이동 제어부(150), 파지부 제어부(160), 무선 통신부(170), 주제어부(200), 기억부(300) 및 다리식 이동 로봇 제어장치(1)를 구비하고 있다.

<57> 또한, 다리식 이동 로봇(R)은 자이로 센서(SR1) 및 GPS 수신기(SR2)를 구비하고 있다. 자이로 센서(SR1)는 다리식 이동 로봇(R)의 방향에 관한 데이터(방향 데이터)를 검출한다. 또 GPS수신기(SR2)는 다리식 이동 로봇(R)의 위치에 관한 데이터(위치 데이터)를 검출한다. 자이로 센서(SR1) 및 GPS수신기(SR2)가 검출한 데이터는 주제어부(200)로 출력되고, 다리식 이동 로봇(R)의 행동을 결정하기 위해 이용된다.

<58> <카메라>

<59> 카메라(C, C)는 영상을 디지탈 데이터로서 받아 들일 수 있는 것으로, 예를 들면 컬러CCD(Charge-Coupled Device)카메라가 사용되고 있다. 카메라(C, C)는 좌우로 평행하게 나란히 배치되고, 촬영한 화상은 화상 처리부(100)로 출력된다. 이 카메라(C, C)와 스피커(S) 및 마이크(MC, MC)는 모두 머리부(R4)의 내부에 설치되어 있다.

<60> <화상 처리부>

<61> 화상 처리부(100)는 카메라(C, C)가 촬영한 화상을 처리하고 촬영된 화상으로부터 다리식 이동 로봇(R)의 주위 상황을 파악하기 위해 주위의 장애물이나 인물을 인식하는 부분이다. 이 화상 처리부(100)는 스테레오 처리부(101), 이동체 추출부(102) 및 얼굴 인식부(103)를 구비하고 있다.

<62> 스테레오 처리부(101)는 좌우 카메라(C, C)가 촬영한 2매의 화상 중 한쪽을 기준으로 패턴 매칭을 수행하고, 좌우 화상 중의 대응하는 각 화소의 시차(視差)를 계산하여 시차 화상을 생성하고, 생성한 시차 화상 및 원래의 화상을 이동체 추출부(102)로 출력한다. 이 시차는 다리식 이동 로봇(R)으로부터 촬영된 물체까지의 거리를 나타내는 것이다.

<63> 이동체 추출부(102)는 스테레오 처리부(101)로부터 출력된 데이터에 기초하여 촬영한 화상 중의 이동체를 추출하는 것이다. 이동하는 물체(이동체)를 추출하는 것은 이동하는 물체는 인물이라고 추정하여 인물의 인식을 수행하기 위함이다.

<64> 이동체를 추출하기 위해서, 이동체 추출부(102)는 과거의 여러 프레임(코마)의 화상을 기억하고 있고, 최신 프레임(화상)과 과거의 프레임(화상)을 비교하여 패턴 매칭을 하고, 각 화소의 이동량을 계산하고 이동량 화상을 생성한다. 그리고, 시차 화상과 이동량 화상으로부터, 카메라(C, C)로부터 소정의 거리 범위 내에서, 이동량이 많은 화소가 있는 경우에 그 위치에 인물이 있다고 추정하고, 그 소정 거리 범위만의 시차 화상에 기초하여 이동체를 추출하고 얼굴 인식부(103)로 이동체의 화상을 출력한다.

<65> 또 이동체 추출부(102)는 추출한 이동체의 높이, 즉 신장(身長)을 산출하고, 얼굴 인식부(103)로 출력한다. 즉, 이동체 추출부(102)는 다리식 이동 로봇(R)에 대한 사람의 위치를 특정할 수 있고, 또 사람의 신장을 산출할 수 있다.

<66> 얼굴 인식부(103)는 추출한 이동체로부터 피부색 부분을 추출하고, 그 크기, 형상 등으로부터 얼굴의 위치를 인식한다. 마찬가지로 피부색의 영역과, 크기, 형상 등으로부터 손의 위치도 인식된다.

<67> 인식된 얼굴의 위치는 다리식 이동 로봇(R)이 이동할 때의 정보로 하여, 또 그 사람과의 커뮤니케이션을 하기 위해 주제어부(200)로 출력되는 동시에 무선 통신부(170)로 출력되고, 기지국(2)(다리식 이동 로봇(R)에 대해 무선 통신을 하는 곳)으로 송신된다.

<68> <스피커>

<69> 스피커(S)는 후술하는 음성 합성부(111)에 의해 생성된 음성 데이터에 기초하여 음성을 출력한다.

<70> <마이크>

<71> 마이크(MC, MC)는 다리식 이동 로봇(R)의 주위의 소리를 모으는 것이다. 모아진 소리는 후술하는 음성인 인식부(112) 및 음원 정위(定位)부(113)로 출력된다.

<72> <음성 처리부>

<73> 음성 처리부(110)는 음성 합성부(111), 음성 인식부(112) 및 음원 정위부(113)를 구비하고 있다.

<74> 음성 합성부(111)는 주제어부(200)가 결정하고 출력해 온 발화(發話) 행동 지령에 기초하여 문자 정보로부터 음성 데이터를 생성하고, 스피커(S)로 음성을 출력하는 부분이다. 음성 데이터의 생성에는 미리 기억하고 있는 문자 정보와 음성 데이터와의 대응 관계를 이용한다.

<75> 음성 인식부(112)는 마이크(MC, MC)로부터 음성 데이터가 입력되고, 미리 기억하고 있는 음성 데이터와 문자 정보와의 대응 관계에 기초하여 음성 데이터로부터 문자 정보를 생성하고, 주제어부(200)으로 출력하는 것이다.

<76> 음원정위부(113)는 마이크(MC, MC)간의 음압차 및 음의 도달 시간 차이에 기초하여 음원의 위치(다리식 이동 로봇(R)으로부터의 거리 및 방향)를 특정한다.

<77> <대상 검지부>

<78> 대상 검지부(120)는 다리식 이동 로봇(R)의 주위에 검지용 태그(미도시)을 구비하는 검지 대상(미도시)이 존재하는지 여부를 검지하는 동시에, 검지 대상의 존재가 검지된 경우 그 검지 대상의 위치를 특정하는 것이다.

<79> <자율 이동 제어부>

<80> 자율 이동 제어부(150)는 머리부 제어부(151), 팔부 제어부(152) 및 다리부 제어부(153)를 구비하고 있다.

<81> 머리부 제어부(151)는 주제어부(200)의 지시에 따라 머리부(R4)를 구동하고, 팔부 제어부(152)는 주제어부(200)의 지시에 따라 팔부(R2)를 구동하고, 다리부 제어부(153)는 주제어부(200)의 지시에 따라 다리부(R1)를 구동한다.

<82> <파지부 제어부>

<83> 파지부 제어부(160)는 주제어부(200)의 지시에 따라 파지부(71)를 구동한다. 파지부(71)는 한쌍의 파지부(71R, 71L)(도 2참조)로 이루어지고, 이들 한쌍의 파지부(71R, 71L)는 경면 대칭으로 배치되어 있다.

<84> 또한, 이 파지부(71)에는 그 파지부(71)에 작용하는 외력을 검출하는 외력 검출 수단(미도시)이 마련되어 있다. 이 외력 검출 수단으로 여기에서는 6축 힘센서를 채용하고 있다. 이 6축 힘센서는 외력의 방향도 검출 가능하기 때문에, 물품으로부터 파지부(71)로 작용하는 외력 중, X축 방향의 힘(Fx), Y축 방향의 힘(Fy), Z축 방향의 힘(Fz)을 각각 검출 가능하다.

<85> <무선 통신부>

<86> 무선 통신부(170)는 기지국(2)에 접속되고 다리식 이동 로봇을 관리하는 로봇 관리장치(4)와 데이터의 송수신을 행하는 통신 장치이다. 무선 통신부(170)는 공중 회선 통신 장치(171) 및 무선 통신 장치(172)를 구비하고 있다.

<87> 공중 회선 통신 장치(171)는 휴대 전화 회선이나 PHS(Personal Handyphone System)회선 등의 공중 회선을 이용한 무선 통신 수단이다. 한편, 무선 통신 장치(172)는 IEEE802.11b규격에 준거하는 무선 LAN 등의 근거리 무선 통신에 의한 무선 통신 수단이다.

<88> 무선 통신부(170)는 로봇 관리 장치(4, 다리식 이동 로봇(R)의 관리를 수행하는 곳)로부터의 접속 요구에 따라 공중 회선 통신 장치(171) 또는 무선 통신 장치(172)를 선택해 로봇 관리 장치(4)와 데이터 통신을 수행하는 것이다.

<89> <주제어부>

<90> 주제어부(200)는 자이로 센서(SR1), GPS수신기(SR2), 화상 처리부(100), 음성 처리부(110), 대상 검지부(120), 자율 이동 제어부(150), 파지부 제어부(160), 무선 통신부(170), 기억부(300) 및 다리식 이동 로봇 제어장치(1)로부터 입력되는 여러가지 신호, 데이터에 기초하여, 다리식 이동 로봇(R)의 제어 전반을 담당하는 것이다. 이 실시 형태에서는 주제어부(200)와 다리식 이동 로봇 제어장치(1)를 별개로 구성하고 있는데, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)의 각 제어 수단이 이 주제어부(200)에 포함되도록 구성할 수도 있다.

<91> <기억부>

<92> 기억부(300)는 일반적인 기억 매체에 의해 구성되어 있고, 사람 데이터, 지도 데이터, 물품 데이터, 및 발화 데이터를 기억하고 있는 것이다.

<93> 사람 데이터는 다리식 이동 로봇(R)이 이동하는 범위(이동 영역)에 존재하는 사람에 관한 데이터(사람 데이터)를 관련 지은 것이다. 예를 들면, 사람 데이터로서는 사람 식별 번호(ID), 이름, 소속, 태그 식별 번호, 주거처, 책상 위치, 얼굴 화상 등에 관한 데이터가 포함된다.

<94> 지도 데이터는 다리식 이동 로봇(R)이 이동하는 범위(이동 영역)의 지도에 관한 데이터를 관련 지은 것이다. 예를 들면, 지도 데이터로서는 이동 영역의 지형, 벽 위치, 책상 위치 등에 관한 데이터가 포함된다.

<95> 물품 데이터는 다리식 이동 로봇(R)으로 운반시키는 물품에 관한 데이터를 관련 지은 것이다. 예를 들면, 물품 데이터로서는 물품 식별 번호, 물품의 명칭, 크기, 무게 등에 관한 데이터가 포함된다.

<96> 발화 데이터는 다리식 이동 로봇(R)이 발화하기 위한 데이터를 관련 지은 것이다. 예를 들면, 발화 데이터로서는 일상 회화에서의 인사 등에 관한 음성 파형 데이터가 포함된다.

<97> (다리식 이동 로봇 제어장치의 구성)

<98> 다음으로, 다리식 이동 로봇 제어장치의 구성에 대해서 도 4를 참조하여 설명한다(도 2, 도 3을 적절히 참조). 도 4는 다리식 이동 로봇 제어장치의 블록도로, 이 도 4에 도시한 바와 같이, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 다리식 이동 로봇(R)의 여러가지 동작 중에서 팔부(R3)(파지부(71R(L)))로 파지한 물품(물건)을 놓아둘 때의 동작을 제어하는 것으로 데이터 취득 수단(3)과, 전신협조동작 제어수단(5)과, 놓임 판정 수단(7)을 구비하고 있다.

<99> 이 실시 형태에서는 다리식 이동 로봇(R)이 파지하는 물품으로서, 컵이나 글래스 등을 올려놓은 트레이(쟁반)를 상정하고, 이 트레이를 놓아 둘 지정 위치로서 일반적인 테이블을 상정하고 있다. 그리고, 이 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 그 테이블의 높이가 소정 범위 내의 높이를 가지고 있으면, 다리식 이동 로봇(R)에 의해 테이블 위에 트레이를 수평으로 놓는 동작, 이른바 쟁반 놓기 동작을 가능하게 한 것이다.

<100> 그리고 또, 본 발명의 실시형태에 따른 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 이 쟁반 놓기 동작을 할 때, 높이가 고정된 테이블에, 다리식 이동 로봇(R)이 직립하여 팔부(R3)를 신장시킨 상태에서 트레이를 놓는 동작 뿐 아니라, 테이블의 높이가 낮아진 경우(소정 범위내에 한한다)라도, 다리식 이동 로봇(R)의 전신의 링크를 협조동작 제어함으로써, 트레이를 놓는 동작을 가능하게 한 것이다.

<101> 데이터 취득 수단(3)은 다리식 이동 로봇(R)이 물품을 파지하여 이동하고, 그 물품을 놓을 목적지(예를 들면, 테이블 앞)에 도착하였을 때의 그 다리식 이동 로봇(R)의 자세나 각 링크의 위치에 관한 자세 위치 데이터와, 팔부(R3)의 선단(손끝)에 걸리는 외력에 관한 외력 데이터를 취득하는 것으로, 자세 제어 입력 수단(3a), 현재 손목 자세 취득 수단(3b), 손끝 목표 위치 입력 수단(3c), 위치 컴플라이언스(compliance) 입력 수단(3d), 및 2차 필터(3e)를 구비하고 있다.

<102> 자세 제어 입력 수단(3a)은 다리식 이동 로봇(R)의 어깨, 즉 어깨 관절부(31R~33R)의 자세 위치 데이터와, 허리, 즉 가랑이부(다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 자세 위치 데이터를 입력함으로써 어깨와 허리의 상대적인 위치 관계를 입력하는 것이다.

<103> 현재 손목 자세 취득 수단(3b)은 현재의 손목의 자세를, 자율 이동 제어부(150)의 팔부 제어부(152)로부터 취득

하는 것이다. 현재의 손목의 자세는 손목 회선용의 팔 관절부(35R, 35L), 손목의 피치축(Y축) 둘레의 손목 관절부(36R, 36L), 및 손목의 롤축(X축) 둘레의 손목 관절부(37R, 37L)의 각각의 각도에 의해 결정되는 것이다.

<104> 손끝 목표 위치 입력 수단(3c)은 다리식 이동 로봇(R)의 팔부(R3)의 선단(손끝)의 목표값을 입력하는 것이다. 손끝의 목표값은 발목 관절부(16R)와 발목 관절부(16L) 사이의 중간 위치를 기준으로 한 경우의 파지부(71R(L))의 위치(손끝 위치)에 의해 결정되는 것이다.

<105> 위치 컴플라이언스 입력 수단(3d)은 파지부(71R(L))에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터(컴플라이언스 입력값)를 입력하는 것이다. 이 외력 데이터는 파지부(71R(L))가 무엇인가에 접촉하였을 때 증가하기 때문에, 이 입력된 외력 데이터가 증가했는지 여부에 의해 팔부(R3)의 파지부(71R(L))로 파지한 물품이 지정 위치(테이블의 상면)에 놓여진 것(테이블의 상면에 파지부(71R(L))가 접촉한 것)을 판정할 수 있다.

<106> 2차 필터(3e)는 위치 컴플라이언스 입력 수단(3d)으로부터 입력된 외력 데이터를 팔부(R3)의 응답 주파수와, 허리 즉 가랑이부(다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 응답 주파수로 분별하기 위한 필터이다.

<107> 전신협조동작 제어수단(5)은 데이터 취득 수단(3)에 의해 취득된 자세 위치 데이터(각 부위의 위치) 및 외력 데이터(컴플라이언스 입력값)에 기초하여, 다리식 이동 로봇(R)이 물품을 놓을 때 각 부(각 링크)를 협조시키도록 제어하는 것으로, 허리 제어 수정량 계산 수단(5a), 손목 자세 수정량 계산 수단(5b), 위치 편차 비교 수단(5c), 야코비 행렬 작성 수단(5d), 각축 목표값 계산 수단(5e), 각축 목표값 계산 수단(5f), 각축 수정량 총화(總和) 수단(5g), 1차 지연 필터(5h), 적분 연산 수단(5i), 팔꿈치 각도 제어 연산 수단(5j), 적분 연산 수단(5k), 순(順)운동학 계산 수단(5l), 및 밸런스 수정량 계산 수단(5m)을 구비하고 있다.

<108> 이 전신협조동작 제어수단(5)에 의한 각 부(각 링크)를 협조시키는 제어는 데이터 취득 수단(3)에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여, 특정 동작(예를 들면, 쟁반 놓기 동작, 팔부(R3)를 흔들거나 하는 인사 동작 등)에 대해 다리식 이동 로봇(R)의 자세의 일련 변화가 미리 설정된 정보인 전신(全身) 계획에 따라서 각 링크로의 지령값을 출력함으로써 실현된다. 이 각 부(각 링크)를 협조시키는 제어는 다리식 이동 로봇(R)의 전신 자세를 제어하는 것이기 때문에 이른바 자세 제어라고 불리고 있다.

<109> 그리고, 이 자세 제어에서는 다리부의 위치 또는 각 링크의 가동 위치를 꼭짓점으로 하여 연결해서 다면체를 형성하고, 이 다면체의 1쌍의 꼭짓점(제1쌍의 꼭짓점)이 돌출된 경우에, 이 1쌍의 꼭짓점과 대각(對角)에 있는 다른 1쌍의 꼭짓점(제2쌍의 꼭짓점)도 돌출되어, 다면체의 꼭짓점의 돌출을 서로 보상함으로써 균형을 잡도록, 다리식 이동 로봇 제어 장치(1)가 각 링크로의 지령값을 출력하고 있다.

<110> 여기서, 도 8의 (a) 내지 (c)를 참조하면서, 이 다면체의 꼭짓점 돌출을 보상하는 방법을 구체적으로 설명한다.

<111> 좌우의 팔부(R3)의 일부인 손끝의 위치와, 팔부(R3)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치(즉, 어깨 관절부)와, 다리부(R1)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치(즉, 고관절부)와, 다리부(R1)의 일부인 발뒤꿈치 위치 또는 무릎의 위치를 꼭짓점으로 하여, 도 8의 (a)에 도시한 바와 같은 다면체를 형성한다.

<112> 여기서, 우측의 손끝의 위치와, 우측의 팔부(R3)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치와, 우측의 다리부(R1)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치와, 우측의 다리부(R1)의 일부인 발뒤꿈치 위치 또는 무릎의 위치에 대응하는 꼭짓점을 연결함으로써 다면체의 제1측면이 형성되고, 또한, 좌측의 손끝의 위치와, 좌측의 팔부(R3)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치와, 좌측의 다리부(R1)와 몸체(R2)가 연결되는 링크의 가동 위치와, 좌측의 다리부(R1)의 일부인 발뒤꿈치 위치 또는 무릎의 위치에 대응하는 꼭짓점을 연결함으로써, 상기 제1측면과 대향하는 위치에 제2측면이 형성된다(도 8의 (a)의 해칭 부위 참조). 따라서, 다리식 이동 로봇(R)의 자세나 링크의 위치의 변화에 따라, 상기 2개의 대향하는 측면 즉, 제1측면과 제2측면은 서로 동일한 형상을 유지하면서 변화한다.

<113> 도 8의 (b) 및 (c)는 도 8의 (a)를 다리식 이동 로봇(R)의 진행방향 우측으로부터 본 측면도, 즉, 상기 다면체를 우측면으로부터 본 도면이다.

<114> 여기서, 상기 다면체의 1쌍의 꼭짓점이 돌출된 경우에는, 이 1쌍의 꼭짓점과 대각에 있는 다른 1쌍의 꼭짓점도 돌출되도록 한다. 구체적으로는, 후술하는 이동 종료 후(지정 위치의 앞 위치에 도착 후)의 자세를 기준 자세(도 8의 (b) 참조)로 하고, 이 기준 자세에서 형성되는 상기 다면체를 기준 다면체로 하여, 예를 들면, 파지한 부품을 지정 위치에 놓을 때 손끝 위치(제1쌍의 꼭짓점, 도 8의 (a)의 "a" 참조)가, 기준 자세로부터 돌출된(연신된) 경우에는, 손끝의 위치와 대각에 위치하는 고관절부의 위치(제2쌍의 꼭짓점, 도 8의 (a)의 "b" 참조)도 기준 자세(기준 다면체)로부터 돌출시킨다(도 8의 (c)참조). 이와 같이 하여, 이 다면체의 꼭짓점의 돌출을 서

로 보상함으로써 균형을 잡을 수 있다.

<115> 허리 제어 수정량 계산 수단(5a)은 데이터 취득 수단(3)의 자세 제어 입력 수단(3a)으로부터 입력된 어깨 관절부(31R~33R)의 자세 위치 데이터 및 가랑이부(다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 자세 위치 데이터(어깨와 허리의 위치 관계)와, 순운동학 계산 수단(51)에 의해 계산된 계수(상세는 후술한다)에 기초하여 허리 위치(가랑이부의 위치)를 수정하는 수정량(허리 위치 수정량)을 계산하는 것이다.

<116> 손목 자세 수정량 계산 수단(5b)은 데이터 취득 수단(3)의 현재 손목 자세 취득 수단(3b)에 의해 취득된 현재의 손목의 자세, 즉, 팔 관절부(35R, 35L), 손목 관절부(36R, 36L), 손목 관절부(37R, 37L)의 각각의 각도에 기초하여 손목의 자세를 수정(물품을 수평으로 유지하도록)하는 수정량(손목 각도 수정량)을 계산하는 것이다.

<117> 이 손목 자세 수정량 계산 수단(5b)에서는 팔 관절부(35R, 35L), 손목 관절부(36R, 36L), 손목 관절부(37R, 37L)의 각각의 각도가 한계가 되지 않도록(한계를 회피하기 위해) 손목 각도 수정량을 계산하고 있다. 즉, 여기에서는 팔부(R3)의 팔꿈치의 높이를 바꾸어 양팔의 손목(손목 관절부(36R, 36L), 손목 관절부(37R, 37L))이 이루는 면을 변화시키기 위해서 손목각 수정량을 계산하고 있다.

<118> 위치 편차 비교 수단(5c)은 손끝 목표 위치 입력 수단(3c)에 의해 입력된 손끝의 목표값과, 순운동학 계산 수단(51)에 의해 입력된 현재의 손끝 위치를 비교하는 것이다. 이 비교는 손끝의 목표값으로부터 현재 손끝 위치를 감산함으로써 행해지고, 감산된 것(위치 편차)은 각축 목표값 계산 수단(5f)으로 출력된다.

<119> 야코비 행렬 작성 수단(5d)은 허리 제어 수정량 계산 수단(5a)에 의해 계산된 허리 위치 수정량과, 순운동학 계산 수단(51)에 의해 계산된 계수와, 밸런스 수정량 계산 수단(5m)에 의해 계산된 밸런스 수정량(상세는 후술한다)에 기초하여, 각 링크에 포함되는 각 축의 움직임 용이성에 대응한 야코비 행렬(J)을 작성하는 것이다.

<120> 각축 목표값 계산 수단(5e)은 손목 자세 수정량 계산 수단(5b)에 의해 계산된 손목 각도 수정량과, 야코비 행렬 작성 수단(5d)에 의해 작성된 야코비 행렬(J)에 기초하여 팔부(R3)(파지부(71)를 제외한다)에의 각축 목표값(각 링크에의 지령값)을 계산하는 것이다.

<121> 각축 목표값 계산 수단(5f)은 위치 편차 비교 수단(5c)으로부터 출력된 위치 편차와, 각축 목표값 계산 수단(5e)에 의해 계산된 팔부(R3)에의 각축 목표값에 기초하여 파지부(71)에의 각축 목표값을 계산하는 것이다.

<122> 이들 각축 목표값 계산 수단(5e) 및 각축 목표값 계산 수단(5f)에서는 입력된 데이터(손목 각도 수정량, 위치 편차 등)를 x라고 하고, 각축 목표값을 Θ라고 하면, 이 각축 목표값(Θ)을 다음에 나타내는 수학식 1을 이용하여 계산하고 있다.

<123> Delta Θ= inv(J)*delta x ... (수학식 1)

<124> 이 수학식 1에 있어서, inv(J)는 야코비 행렬(J)을 이용한 함수이다. 상세하게는 $J^{*}= W^{-1}J^{T}(kI+JW^{-1}J^{T})^{-1}$가 되는 야코비 행렬을 이용하고 있다.

<125> 각축 수정량 총화 수단(5g)은 야코비 행렬 작성 수단(5d)에 의해 작성된 야코비 행렬과, 각축 목표값 계산 수단(5e)에 의해 계산된 팔부(R3)에의 각축 목표값과, 각축 목표값 계산 수단(5f)에 의해 계산된 파지부(71)에의 각축 목표값에 기초하여, 각축의 수정량을 모두 합하는 동시에 합한 결과로부터 축마다 각축 목표값을 연산하는 것이다. 즉, 이 각축 수정량 총화 수단(5g)에서는 손끝 목표 위치 입력 수단(3c)에 의해 입력된 목표값(목표 위치 자세 입력)과, 현재 손목 자세 취득 수단(3b)에 의해 취득된 현재의 손목의 자세(손목 자세 입력)와, 자세 제어 입력 수단(3a)에 의해 입력된 어깨와 허리의 상대적인 위치 관계(돌출 보상 입력)에 의해 각축 목표값을 연산하고 있다.

<126> 1차 지연 필터(5h)는 각축 수정량 총화 수단(5g)에 의해 연산된 축마다의 각축 목표값 출력을 원할하게 하기 위한 필터로, 각축 목표값에 전달 함수(1/Ts+1(T:시정수, s:미분 연산자))를 승산하는 것이다. 각축 목표값의 출력을 늦추는 이유는 다리식 이동 로봇(R)의 상체 움직임의 특성과, 그 로봇의 동작에 대해서 미리 설정되어 있는 모델 특성을 적합(適合)시키기 위함이다.

<127> 적분 연산 수단(5i)은 1차 지연 필터(5h)에 의해 전달 함수가 승산된 각축 목표값에 적분 연산을 하는 것이다. 그리고, 이 적분 연산 수단(5i)에 의해 연산된 결과는 밸런스 수정량 계산 수단(5m)으로 출력되는 동시에 주제어부(200)를 통하여 자율 이동 제어부(150)의 다리부 제어부(153)로 출력되어, 다리식 이동 로봇(R)의 동작에 반영된다.

<128> 팔꿈치 각도 제어 연산 수단(5j)은 각축 수정량 총화 수단(5g)에 의해 연산된 축마다의 각축 목표값에 기초하여

팔꿈치 각도 목표값을 연산하고, 이 팔꿈치 각도 목표값으로부터 어깨 각도를 수정하는 어깨 각도 수정량을 연산하는 것이다. 팔꿈치 각도 목표값은 팔꿈치부의 피치축(Y축) 둘레의 팔꿈치 관절부(34R, 34L)의 각도를 설정하기 위하여 이용되는 것이고, 어깨 각도 수정량은 어깨부(팔부(R3)와 상체부(R2)의 연결 부분)의 피치축(Y축) 둘레의 어깨 관절부(31R, 31L), 어깨부의 롤축(X축) 둘레의 어깨 관절부(32R, 32L), 및 팔부 회선용(Z축 둘레)의 어깨 관절부(33R, 33L)의 각도를 수정하는 수정량이다.

<129> 적분 연산 수단(5k)은 팔꿈치 각도 제어 연산 수단(5j)에 의해 연산된 어깨 각도 수정량에 적분 연산을 하는 것이다. 그리고, 이 적분 연산 수단(5k)에 의해 연산된 결과는 밸런스 수정량 계산 수단(5m)으로 출력되는 동시에 주제어부(200)를 통하여 자율 이동 제어부(150)의 팔부 제어부(152)로 출력되어, 다리식 이동 로봇(R)의 동작에 반영된다.

<130> 또, 적분 연산 수단(5i) 및 적분 연산 수단(5k)에서는 현재(동작 전)의 상태를 state(n-1)로 하고, 미소(微小) 시간에서의 상태 변화량을 delta(n-1)로 하고, 동작 후의 상태를 state(n)로 하면, 이 동작 후의 상태 state(n)를 다음에 나타내는 수학식 2를 사용하여 계산하고 있다.

<131> state(n)= state(n-1)+delta(n-1) … (수학식 2)

<132> 순운동학 계산 수단(5l)은 적분 연산 수단(5k)에 의해 연산된 결과와, 밸런스 수정량 계산 수단(5m)에 의해 계산된 밸런스 수정량에 기초하여, 각 부(각 링크)에 있어서 각 관절의 각도를 이루어 관절 사이를 잇는 선분을 좌표 변환하기 위한 계수를 연산하는 것이다. 즉, 이 계수에 의해 다리식 이동 로봇(R)의 링크 사이를 소정의 선분으로 치환할 수 있다.

<133> 밸런스 수정량 계산 수단(5m)은 적분 연산 수단(5i)에 의해 연산된 결과에 기초하여, 밸런스 수정량을 계산하는 것이다. 밸런스 수정량은 상체부(R2)와 다리부(R1)의 중심 이동량, 즉, 다리식 이동 로봇(R)이 팔부(R3)를 신장시킴으로써 생기는 상반신 동작에 의한 모멘트를 보상하는 것이다.

<134> 놓임 판정 수단(7)은 위치 컴플라이언스 입력 수단(3d)에 의해 입력된 파지부(71R(L))에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터(컴플라이언스 입력값)에 기초하여, 물품이 지정 위치에 놓여졌는지 여부를 판정하는 것으로 판정 수단(7a)을 구비하고 있다.

<135> 판정 수단(7a)은 외력 데이터가 미리 설정한 소정 값을 넘었는지 여부를 판정하는 것이다. 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 이 판정 수단(7a)에 의해, 외력 데이터가 소정 값을 넘었다고 판정할 때까지 다리식 이동 로봇(R)의 팔부(R3)를 신장시키거나, 또는 다리부(R1)는 굽히는 동작을 계속하도록 물품의 놓기 동작을 제어하고, 외력 데이터가 소정 값을 넘었다고 판정한 경우에는 물품의 놓기 동작이 완료된 것으로 하여 다리식 이동 로봇(R)을 본래의 자세로 되돌리도록 제어한다(후술하는 복귀 동작).

<136> 이와 같이 구성한 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 의하면, 데이터 취득 수단(3)에 의해 취득된 자세 위치 데이터에 기초하여 다리식 이동 로봇(R)의 자세를 소정의 자세로 유지하면서, 오퍼레이터의 조작 없이 팔부(R3)의 신장 가능한 범위의 제약이 경감된 높이의 지정 위치에 파지한 물품을 수평으로 놓을 수 있다.

<137> (다리식 이동 로봇에 의한 물품의 수취에서부터 놓기까지의 전체 동작)

<138> 다음으로, 도 5에 나타내는 흐름도를 참조하여, 다리식 이동 로봇(R)에 의한 물품(예를 들면, 트레이)의 수취부터 놓기까지의 전체 동작에 대해서 설명한다(도 2, 3, 4를 적절히 참조).

<139> <수취 위치 이동>

<140> 우선, 다리식 이동 로봇(R)의 물품을 받는 수취 위치로의 이동(단계 S1)에 대해서 설명한다.

<141> 우선, 다리식 이동 로봇(R)은 미리 설정된 홈 포지션에서 대기하고 있고, 다리식 이동 로봇(R)이 로봇 관리 장치(4)로부터 송신된 실행 명령 신호를 수신하면 다리식 이동 로봇(R)은 홈 포지션으로부터 사람의 주거처(사람 데이터 참조)까지의 이동을 개시한다. 그리고, 사람의 주거처에 도착하면 다리식 이동 로봇(R)은 이동을 중지하고 사람의 탐색을 개시한다. 그리고, 대상 검지부(120)에서 사람(H)의 태그 식별 번호를 검지하면 다리식 이동 로봇(R)은 카메라(C, C)로 사람의 화상을 취득하고 사람의 정면으로 이동한다.

<142> 대상 검지부(120)가 소정 시간 내에 사람(H)의 태그 식별 번호를 검지하지 못한 경우에는 다리식 이동 로봇(R)은 태스크 실행이 불가능하다는 내용을 전하는 행동 보고 신호를 생성하고, 로봇 관리 장치(4)로 출력하는 동시에 홈 포지션으로 이동한다.

<143> <수취 동작>

<144> 계속해서, 다리식 이동 로봇(R)의 물품(트레이)의 수취 동작(단계S2)에 대해서 설명한다.

<145> 수취 위치로 이동한 다리식 이동 로봇(R)은 수취 높이에 손가락을 편상태의 파지부(71)((71R, 71L))를 내민다. 이 때 다리식 이동 로봇(R)은 파지부(71)로부터 사람까지의 거리가 일정해지는 위치가 되도록 파지부(71R, 71L)를 내밀고, 또한, 파지부(71R, 71L)를 내미는 방향을 이동체 추출부(102)에 의해 산출한 사람의 중심(중심 연직선)에 맞춘다.

<146> 파지부(71R, 71L)의 내밈이 완료되면 수취 상태가 「수취 대기중」이 되고, 다리식 이동 로봇(R)이 「물품(트레이)을 건네 주십시오」라고 발화한다. 이 수취 대기 상태에서, 다리식 이동 로봇(R)이 6축 힘센서(62R, 62L)로 Fx1이상의 외력(Fx)을 검출하면, 수취 상태를「수취중」이라고 설정하는 동시에, 다리식 이동 로봇(R)이 파지부(71R, 71L)를 닫기 시작한다. 그리고, 수취중인 상태에서, 다리식 이동 로봇(R)이 6축 힘센서(62R, 62L)로 검출하는 힘(Fx)이 Fx2이하가 되거나, 또는 파지 각도 편차θ가 θ1이하가 되면 수취 상태를「수취 동작 완료」라고 설정한다.

<147> 파지부(71R, 71L) 양쪽의 개방도, 즉 파지 각도 편차(θ)가 소정 값(θ3) 이상인 경우에는, 물품이 두껍고 파지부(71R, 71L) 양쪽이 물품을 파지하였다고 판정하고, 수취 상태를「파지 완료」라고 설정한다.

<148> 또한, 파지부(71R, 71L) 중 적어도 하나의 파지 각도 편차(θ)가 소정 값(θ3) 미만인 경우에는 수취 상태를「파지 여부 판정」이라고 설정하는 동시에 파지의 성공 여부를 판정한다.

<149> 상세하게는, 다리식 이동 로봇(R)은 파지부(71R, 71L)를 근접 또는 이격 시키고, 6축 힘센서(62R, 62L)로 물품으로부터 작용하는 반력(Fy)을 검출한다. 반력(Fy)이 소정 값(Fy1)이상인 경우에 파지 성공이라고 판정하고, 수취 상태를「수취 동작 완료」라고 설정하는 동시에, 파지부(71R, 71L)가 물품을 파지한다. 그리고, 반력(Fy)이 소정 값(Fy1) 미만인 경우에 파지 실패라고 판정하고 수취 상태를「수취 실패」라고 설정한다.

<150> <재수취 준비>

<151> 계속해서, 다리식 이동 로봇(R)의 재수취 준비에 대해서 설명한다.

<152> 파지부(71R, 71L)의 수취 상태를「수취 실패」라고 설정하고 6축 힘센서(62R, 62L) 중 적어도 하나가 소정 값(Fy2) 이상의 외력(Fy)을 검출하고 있는 경우에는 수취 상태를「이양(移讓) 대기」라고 설정하고, 다리식 이동 로봇(R)이 「물품(트레이)을 수취하여 다시 건네 주십시오」라고 발화한다.

<153> 그리고, 다리식 이동 로봇(R)이 6축 힘센서(62R, 62L) 중 물품(트레이)을 파지하고 있는 쪽에서 소정 값(Fx5) 이상의 외력(Fx)을 검출하면, 수취 상태를「이양 중」이라고 설정하는 동시에 파지부(71R, 71L)가 개방되는 수취 동작을 재실행한다.

<154> 파지부(71R, 71L)의 파지부 각도 편차(θ)가 소정 값(θ4) 이하인 경우(예를 들면, θ=0)에는 다리식 이동 로봇(R)이 「물품(트레이)을 다시 건네 주십시오」라고 발화하고, 파지부(71R, 71L)가 개방되어 수취 동작을 재실행한다.

<155> <운반 이동>

<156> 계속해서, 다리식 이동 로봇(R)의 물품 운반 이동(단계 S3)에 대해서 설명한다.

<157> 다리식 이동 로봇(R)은 물품의 파지가 완료되면, 파지부(71R, 71L)를 카메라(C, C)에 의한 촬상영역에서 벗어난 위치(사각; 死角)로 이동시킨다. 이것은 파지된 물품(트레이)이 카메라(C, C)의 시야를 막는 것을 방지하기 위함이다. 그리고, 다리식 이동 로봇(R)은 수취 위치에서 지정 위치(놓임 위치)의 앞 위치까지의 이동을 개시하고, 앞 위치에 도착하면 다리식 이동 로봇(R)은 이동을 중지하고 지정 위치의 탐색을 개시한다.

<158> <놓기 동작>

<159> 지정 위치의 앞 위치로 이동한 다리식 이동 로봇(R)은 지정 위치에 물품을 놓는다(단계 S4). 그리고, 다리식 이동 로봇(R)은 물품을 놓아둔 후, 물품을 파지하고 있지 않는 상태로 복귀하여 홈 포지션까지 이동한다.

<160> 이 놓기 동작에 대해서, 도 6을 참조하여 상세히 설명한다.

<161> (다리식 이동 로봇에 의한 물품을 놓아둘 때의 상세한 동작)

<162> 도 6은 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 의한, 물품을 지정 위치(테이블의 표면)에 놓아둘 때의 다리식 이동 로

봇(R)의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다(도 2, 도3, 도4를 적절히 참조).

<163> 우선, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 이동 종료 후(지정 위치의 앞 위치에 도착 후), 데이터 취득 수단(3)에 의해, 다리식 이동 로봇(R)의 상태를 나타내는 자세 위치 데이터를 취득한다(단계 S11).

<164> 즉, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 데이터 취득 수단(3)의 자세 제어 입력 수단(3a)에 의해 다리식 이동 로봇(R)의 어깨 관절부(31R~33R)의 자세 위치 데이터, 다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분의 자세 위치 데이터를 입력하고, 현재 손목 자세 취득 수단(3b)에 의해 손목 회선용 팔 관절부(35R, 35L), 손목의 피치축(Y축) 둘레의 손목 관절부(36R, 36L) 및 손목의 롤축(X축) 둘레의 손목 관절부(37R, 37L)의 각각의 각도를 취득하고, 손끝 목표 위치 입력 수단(3c)에 의해 발목 관절부(16R(L))의 위치 및 파지부(71R(L))의 위치(손끝 위치)를 입력한다.

<165> 계속해서, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 데이터 취득 수단(3)에 의해 취득한 각 링크 위치에 관한 자세 위치 데이터가, 다리식 이동 로봇(R)의 일련의 자세 변화를 미리 설정한 정보인 전신 계획을 따르도록 팔부(R3) 및 다리부(R1)의 동작을 제어하기 위해, 전신협조동작 제어수단(5)에 의해, 취득한 자세 위치 데이터로부터 어떠한 자세 컨트롤(자세 제어)의 입력을 행할지를 결정한다(허리이득 ON)(단계 S12). 즉, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 물품을 지정 위치에 놓아둘 때의 작업 범위를 확보하기 위해 다리식 이동 로봇(R)의 전신 자세를 협조하여 제어하고, 또한 전신을 협조하여 제어하기 위해 자세 위치 데이터를 처리하는 순번을 결정한다.

<166> 즉, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 전신협조동작 제어수단(5)에 의해 손끝(파지부(71R(L))의 위치), 양 어깨(어깨 관절부(31R(L)~33R(L))의 위치), 허리(다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분의 위치), 및 발뒤꿈치(발목 관절부16R(L)의 위치)를 잇는 다면체의 꼭짓점의 돌출을 서로 보상하도록 제어함으로써 작업 범위를 확보하고 있다.

<167> 그리고, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 전신협조동작 제어수단(5)에 의해 자세 컨트롤을 ON으로 한 상태에서, 즉, 작업 범위를 확보한 상태에서 물품을 지정 위치에 놓아두는 동작을 개시한다(단계 S13).

<168> 여기에서, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 전신협조동작 제어수단(5)에 의해 손목 회선용 팔 관절부(35R, 35L), 손목의 피치축(Y축) 둘레의 손목 관절부(36R, 36L), 및 손목의 롤축(X축) 둘레의 손목 관절부(37R, 37L)의 각각의 각도가 한계값이 되지 않도록(한계를 회피하도록) 수평면에 대한 물품 방향을 수평으로 유지한다.

<169> 그리고, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 파지부(71)에 작용하는 외력에 관한 외력 데이터를, 위치 컴플라이언스 입력 수단(3d)으로부터 입력받고, 놓임 판정 수단(7)의 판정 수단(7a)에 의해 외력 데이터가 소정 값 이상이 되었는지 여부에 따라 물품이 놓여졌는지 여부를 판정한다(단계 S14). 즉, 놓임 판정 수단(7)에서는 이 외력 데이터가 소정 값 이상이 된 경우에 물품이 지정 위치에 놓여졌다고 판정하고 있다. 즉, 파지부(71)에 걸리는 반력이 소정 값 이상이 된 것에 의해 파지부(71)가 지정 위치에 확실히 접촉하고 있다고 할 수 있기 때문이다. 또 물품을 지정 위치에 놓아둘 때, 다리식 이동 로봇(R)에서 음성 처리부(110)의 음성 합성부(111) 및 스피커(S)에 의해 「차를 가져왔습니다. 드십시오」라는 발성을 시킬 수도 있다.

<170> 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 놓임 판정 수단(7)의 판정 수단(7a)에 의해 외력 데이터가 소정 값 이상이 될 때까지 놓임 완료라고 간주하지 않고(단계 S14, "아니오"), 단계 S13으로 복귀하여 놓기 동작을 계속하고 외력 데이터가 소정 값 이상이 된 경우에 놓임이 완료된 것으로 한다(단계 S14, "예"). 그리고, 다리식 이동 로봇 제어장치(1)는 현재의 팔부(R3)의 손끝 높이를, 복귀 동작(물품을 가지고 있지 않은 상태, 팔부(R3)를 상체부(R2)의 측부로 되돌리는 동작)의 초기값으로 설정하며(단계 S15), 허리이득 ON을 리셋하고, 복귀 동작을 개시한다(단계 S16). 이 복귀 동작은 팔부(R3)를 내리는 동시에 다리부(R1)와 상체부(R2)의 연결 부분의 위치를, 무게중심으로부터 연직 방향으로 내린 직선상에 오도록 그 연결 부분의 굽혀짐을 펴는 동작이다.

<171> (다리식 이동 로봇의 동작 상황, 작업 범위 등에 대해서)

<172> 다음으로, 도 7 및 도 9 내지 도 11을 참조하여 다리식 이동 로봇(R)의 동작 상황을 종래의 제어(다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 의한 제어가 없는 경우)와 비교하면서 설명하는 동시에 구체적인 작업 범위에 대해서도 설명한다.

<173> 도 7은 다리식 이동 로봇(R)을 직선의 연결로 간략화하여 도시하는 동시에, 그 다리식 이동 로봇(R)의 일련의 동작에 대해서 도시한 것이다. 도 7의 (a)가 운반 동작을, 도 7의 (b)가 놓기 동작을, 도 7의 (c)가 복귀 동작을 화살표 방향으로 나타낸 것이다.

<174> 이 도 7에 나타낸 바와 같이, 다리식 이동 로봇(R)은 물품(M)을 파지하여 이동하고, 수평으로 지정 위치(S)에 물품(M)을 놓아두고 있다(특히, 도 7의 (b)의 가장 오른 쪽의 그림). 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에서는 물품

(M)을 놓았을 때 지정 위치(S)와 팔부(R3)(파지부(71)(도 2참조))로부터의 반력에 의해(컴플라이언스 제어에 의해) 놓임 완료를 검출하고 있다.

<175> 도 9 및 도 10은 다리식 이동 로봇(R)에 의해 물품의 놓기 동작을 시켰을 때 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 의한 제어가 있는 경우(제어 있음)와 없는 경우(제어 없음)를 비교하여 나타낸 도면이다.

<176> 도 9의 (a)는 제어 있음의 경우를, (b)는 제어 없음의 경우를 나타내고 있다.

<177> 이 도 9에 나타낸 바와 같이, 제어 없음의 경우(도 9의 (b)), 다리식 이동 로봇(R)은 놓기 동작을 시키면 작업 영역(작업 범위)을 확보하기는 커녕, 도 9의 (b)의 굵은 가상선으로 도시한 바와 같이 후방으로 기울어져 버린다. 이에 대해, 제어 있음의 경우(도 9의 (a)), 다리식 이동 로봇(R)은 상체부(양 어깨)와 손끝과 가랑이부(상체부와 다리부의 연결 부분)와 발목을 잇는 8개의 꼭짓점으로 이루어지는 다면체의 꼭짓점의 돌출을 서로 보상함으로써, 해칭으로 나타낸 위치를 작업 영역으로 확보하고 있으며 자세도 안정되어 있다. 또, 이 도 9의 (a)에 나타낸 바와 같이, 발목 대신에 무릎을 가상 꼭짓점으로 하여 다면체를 구성할 수도 있다.

<178> 또한, 도 10의 (a) 및 (c)는 제어 없음의 경우를, 도 10의 (b) 및 (d)는 제어 있음의 경우를 나타내고 있다.

<179> 이 도 10에 나타낸 바와 같이, 「아암의 컴플라이언스 제어에 추종」에 관한 동작에서는 제어 없음의 경우(도 10의 (a)), 손끝에 걸리는 힘에 의해 허리(가랑이부, 상체부와 다리부의 연결 부분)가 움직이지 않는(추종하지 않는) 것에 대해, 제어 있음의 경우(도 10의 (b)), 손끝에 걸리는 힘에 의해 허리(가랑이부, 상체부와 다리부의 연결 부분)가 움직인다(추종한다).

<180> 또한, 「손목 가동각을 보상」에 관한 동작에서는 제어 없음의 경우(도 10의 (c)), 손끝이 목표 자세를 추종하지 않음에 대해, 제어 있음의 경우(도 10의 (d)), 손끝이 목표 자세를 추종하고 유지할 수 있다.

<181> 도 11 및 도 12는 다리식 이동 로봇(R)에 의해 물품의 놓기 동작을 시켰을 때 다리식 이동 로봇 제어장치(1)에 의한 제어가 있는 경우(제어 있음)와 없는 경우(제어 없음)를 비교하고, 또한, 구체적인 작업 범위를 나타낸 도면이다.

<182> 도 11의 (a)는 제어 없음의 경우를, (b)는 제어 있음의 경우를 나타내고 있다.

<183> 도 11의 (b)에 나타낸 바와 같이, 다리식 이동 로봇(R)은 허리(가랑이부)를 접지면으로부터 420mm 높이까지 내릴 수 있고, 접지면으로부터 680mm 높이부터 800mm(680mm+120mm) 높이까지 100mm 폭의 작업 범위를 확보할 수 있다.

<184> 도 12는 도 11의 작업 범위를 다리식 이동 로봇(R)의 바로 위에서 본 도면이다. 「아암만」이 제어가 없는 경우의 작업 범위를, 「전신 포함」이 제어가 있는 경우의 작업 범위를 나타내고 있다. 이 도 11에 나타낸 바와 같이, 제어 있음의 경우(전신 포함)에서는 제어 없음의 경우(아암만)에 비해서 평면적으로 보아 약 배 이상의 작업 범위를 확보할 수 있다.

<185> 즉, 「전신 포함」제어 있음의 경우, 다리식 이동 로봇(R)의 다리부(R1)의 고관절부(12R(L)) 및 무릎 관절부(14R(L))를 굽혀지게 함으로써 작업범위를 확보할 수 있게 된다(도 7의 (b) 참조).

<186> 이상, 본 발명의 실시 형태에 대해서 설명했으나 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되지 않는다. 예를 들면, 본 실시 형태에서는 다리식 이동 로봇 제어장치(1)로서 설명했지만, 그 장치(1)를 사용한 다리식 이동 로봇의 제어 방법으로서 받아들일 수도 있다.

<187> 또한, 다리식 이동 로봇(R)의 각 관절부의 수·배치 등도 적절하게 설계 변경할 수 있다.

발명의 효과

<188> 본 실시형태에 따른 발명에 의하면, 자세 위치 데이터에 기초하여, 다리식 이동 로봇의 자세를 소정의 자세로 유지하면서, 오퍼레이터의 조작 없이, 팔부의 신장 가능한 범위의 제약이 경감된 높이의 특정 위치에 물품을 놓을 수 있다. 또한, 오퍼레이터의 조작 없이, 물품을 놓아둘 지정 위치의 높이가 소정 범위 내에 있으면, 파지한 물품을 수평으로 놓을 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 다리식 이동 로봇의 외관을 나타내는 측면도이다.

<2> 도 2는 도 1에 나타낸 다리식 이동 로봇의 내부 구조를 모식적으로 나타내는 사시도이다.

<3> 도 3은 도 1에 나타낸 다리식 이동 로봇의 구성을 나타내는 블록도이다.

<4> 도 4는 도 3에 나타낸 다리식 이동 로봇 제어장치의 블록도이다.

<5> 도 5는 도 1에 나타낸 다리식 이동 로봇의 전체 동작의 개략을 나타내는 흐름도이다.

<6> 도 6은 도 5에 나타낸 다리식 이동 로봇의 전체 동작 중 놓기 동작의 상세를 나타내는 흐름도이다.

<7> 도 7의 (a) 내지 (c)는 다리식 이동 로봇에 의한 운반 동작, 놓기 동작 및 복귀 동작의 개략을 모식적으로 나타낸 도면이다.

<8> 도 8의 (a) 내지 (c)는 다면체의 꼭짓점 돌출을 보상하는 방법을 구체적으로 설명하는 도면이다.

<9> 도 9의 (a) 및 (b)는 다리식 이동 로봇 제어장치에 의한 제어가 있는 경우와 없는 경우를 비교하여 나타낸 도면이다(작업 영역의 확보에 대해서).

<10> 도 10의 (a) 내지 (d)는 다리식 이동 로봇 제어장치에 의한 제어가 있는 경우와 없는 경우를 비교하여 나타낸 도면이다(아암의 컴플라이언스 제어, 손목 가동각의 보상에 대해서).

<11> 도 11의 (a) 및 (b)는 다리식 이동 로봇 제어장치에 의한 제어가 있는 경우와 없는 경우를 비교하여 나타낸 도면이다(구체적인 작업 범위에 대해서).

<12> 도 12는 도 11에 나타낸 작업 범위의 평면도이다.

<13> <부호의 설명>

<14> 1 다리식 이동 로봇 제어장치

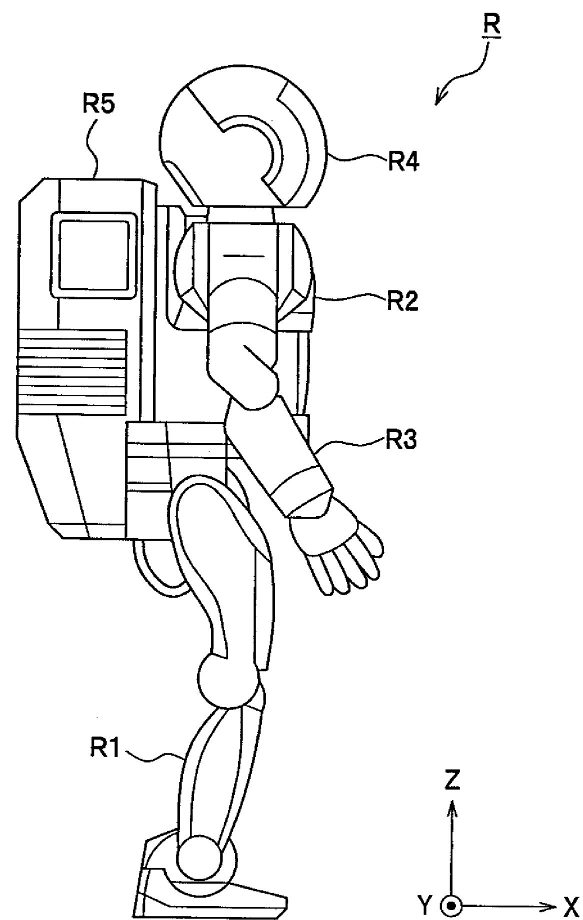
<15> 3 데이터 취득 수단

<16> 5 전신협조동작 제어수단

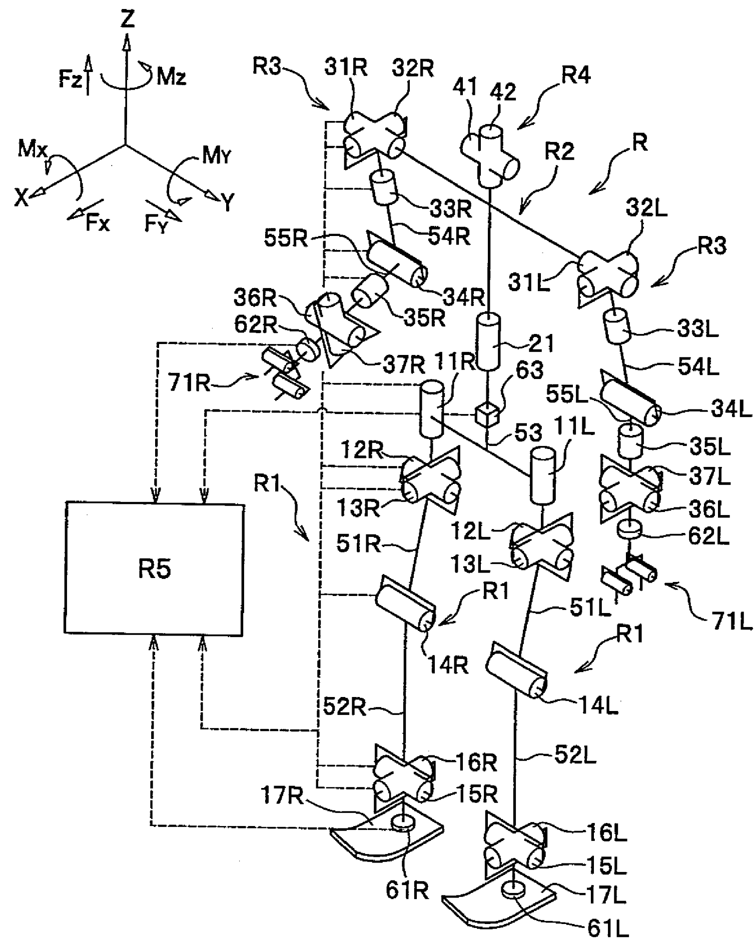
<17> 7 놓임 판정 수단

도면

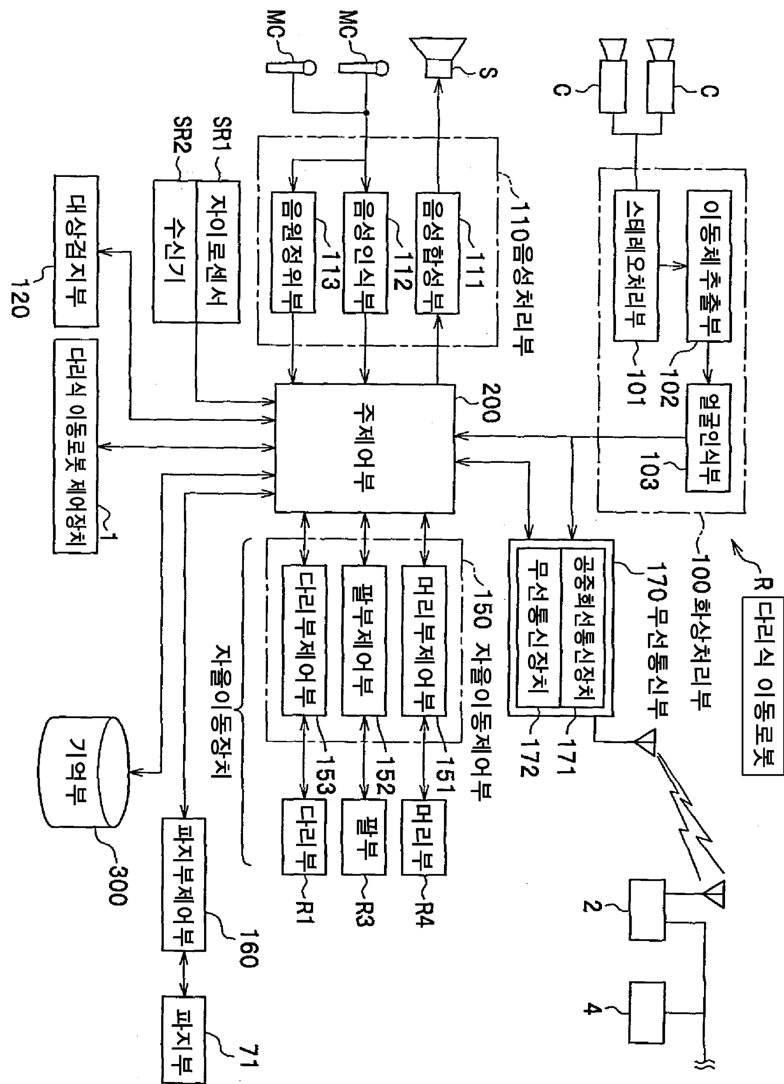
도면1



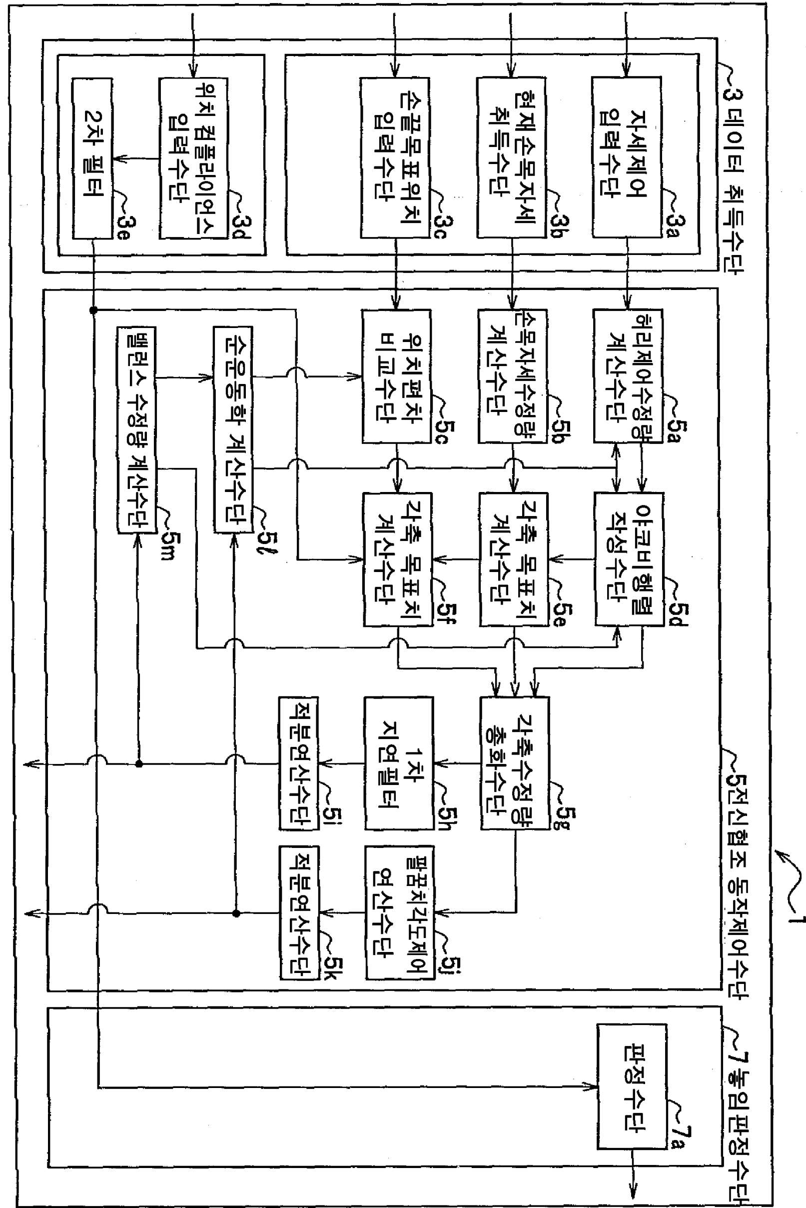
도면2


Z
Fz
Mz
Mx
My
X
Y
Fx
Fy
R3
31R
32R
41
42
R4
R2
R
33R
54R
32L
R3
55R
34R
31L
36R
35R
62R
21
33L
37R
11R
63
54L
71R
55L
34L
53
11L
35L
12R
37L
R1
36L
13R
62L
12L
51R
13L
R5
R1
51L
71L
14R
R1
14L
52R
52L
16R
17R
15R
16L
15L
61R
17L
61L

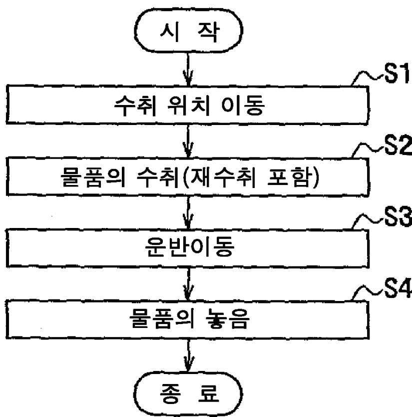
도면3


R 다리식 이동로봇
100 화상처리부
이동체추출부
102
스테레오처리부
101
얼굴인식부
103
C
C
S
MC
MC
110 음성처리부
음성합성부
111
음성인식부
112
음원정위부
113
SR1
자이로센서
SR2
수신기
대상검지부
120
다리식 이동로봇 제어장치
1
주제어부
200
170 무선통신부
공중회선통신장치
171
무선통신장치
172
150 자율이동제어부
머리부제어부
151
팔부제어부
152
다리부제어부
153
자율이동장치
머리부
R4
팔부
R3
다리부
R1
기억부
300
파지부제어부
160
파지부
71
2
4

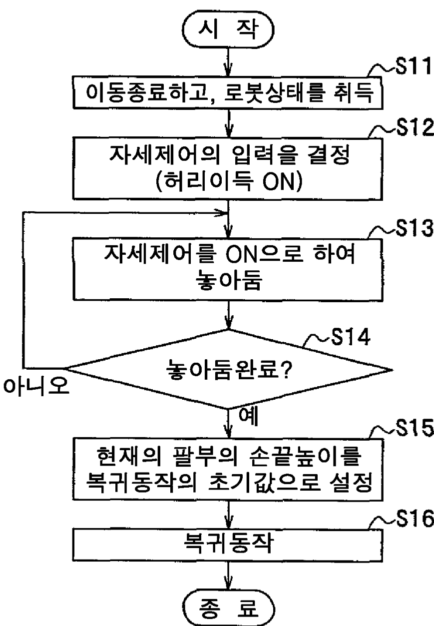
도면4


3 데이터 취득수단
자세제어 입력수단 3a
현재손목자세 취득수단 3b
손끝목표위치 입력수단 3c
위치 컴플라이언스 입력수단 3d
2차 필터 3e
5 전신협조 동작제어수단
허리제어수정량 계산수단 5a
손목자세수정량 계산수단 5b
위치편차 비교수단 5c
야코비행렬 작성수단 5d
각축 목표치 계산수단 5e
각축 목표치 계산수단 5f
각축수정량 총화수단 5g
1차 지연필터 5h
적분연산수단 5i
팔꿈치각도제어 연산수단 5j
적분연산수단 5k
순운동학 계산수단 5l
밸런스 수정량 계산수단 5m
7 놓임판정 수단
판정수단 7a
1

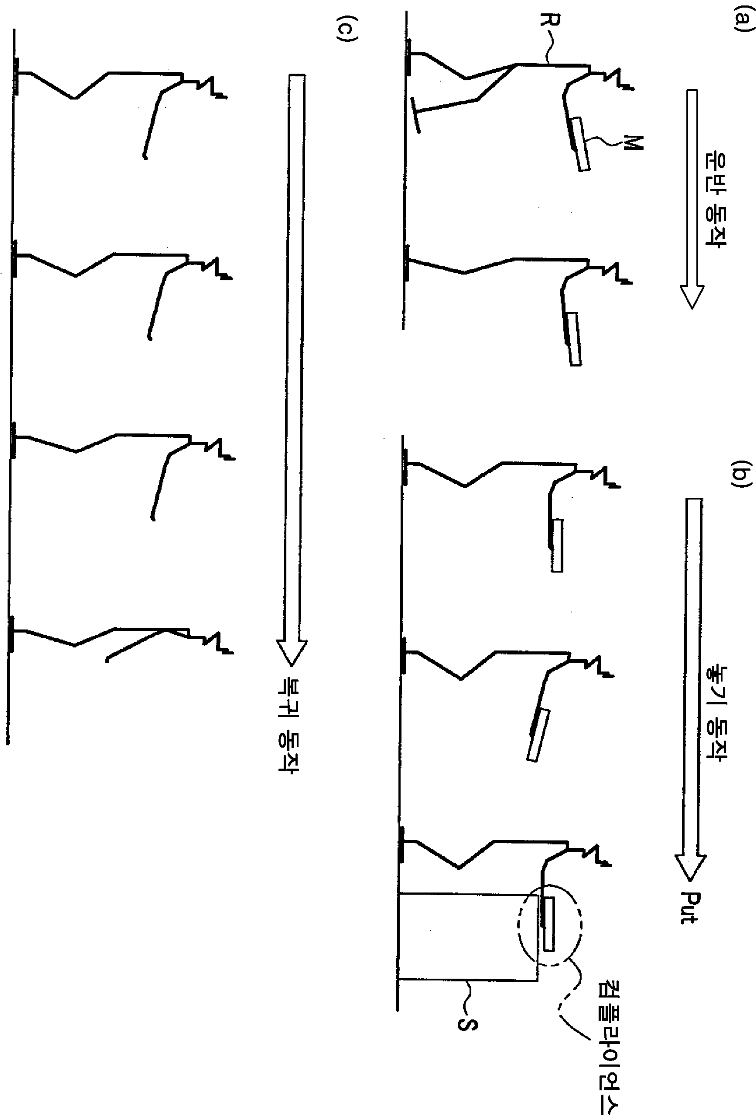
도면5


시 작
S1
수취 위치 이동
S2
물품의 수취(재수취 포함)
S3
운반이동
S4
물품의 놓음
종 료

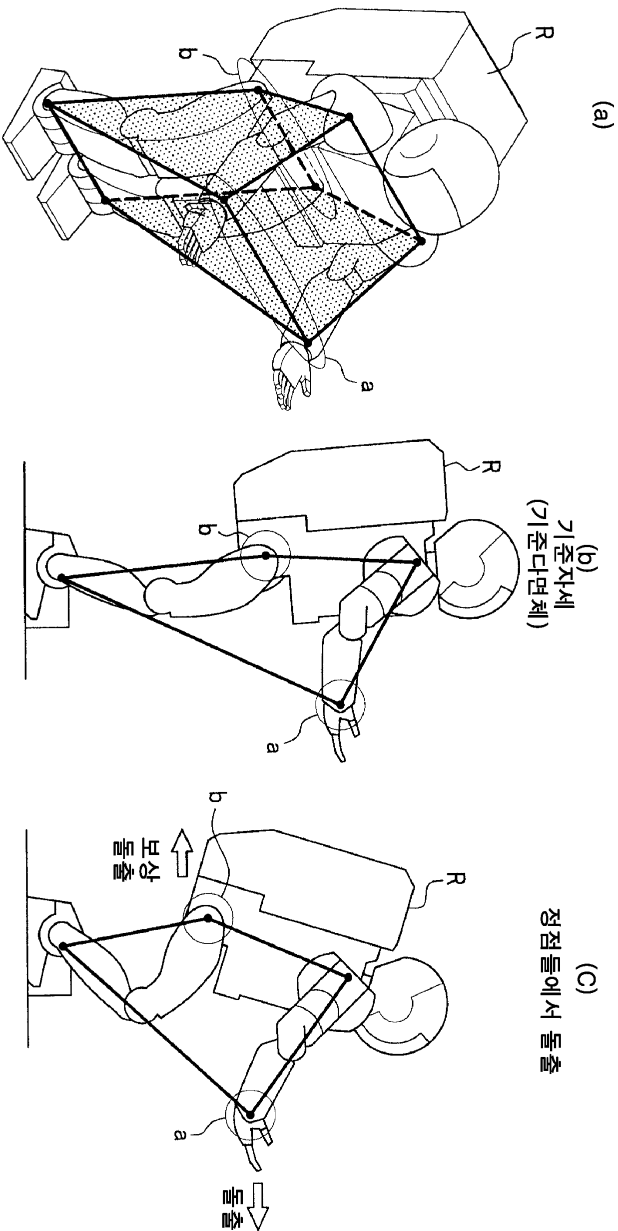
도면6


시 작
S11
이동종료하고, 로봇상태를 취득
S12
자세제어의 입력을 결정
(허리이득 ON)
S13
자세제어를 ON으로 하여
놓아둠
S14
놓아둠완료?
아니오
예
S15
현재의 팔부의 손끝높이를
복귀동작의 초기값으로 설정
S16
복귀동작
종 료

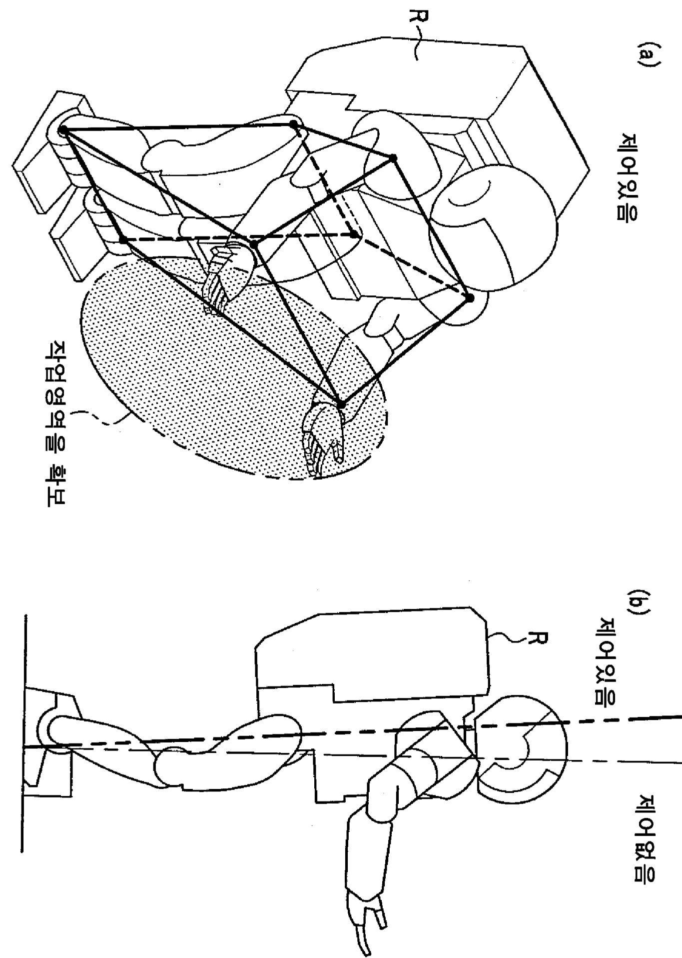
도면7



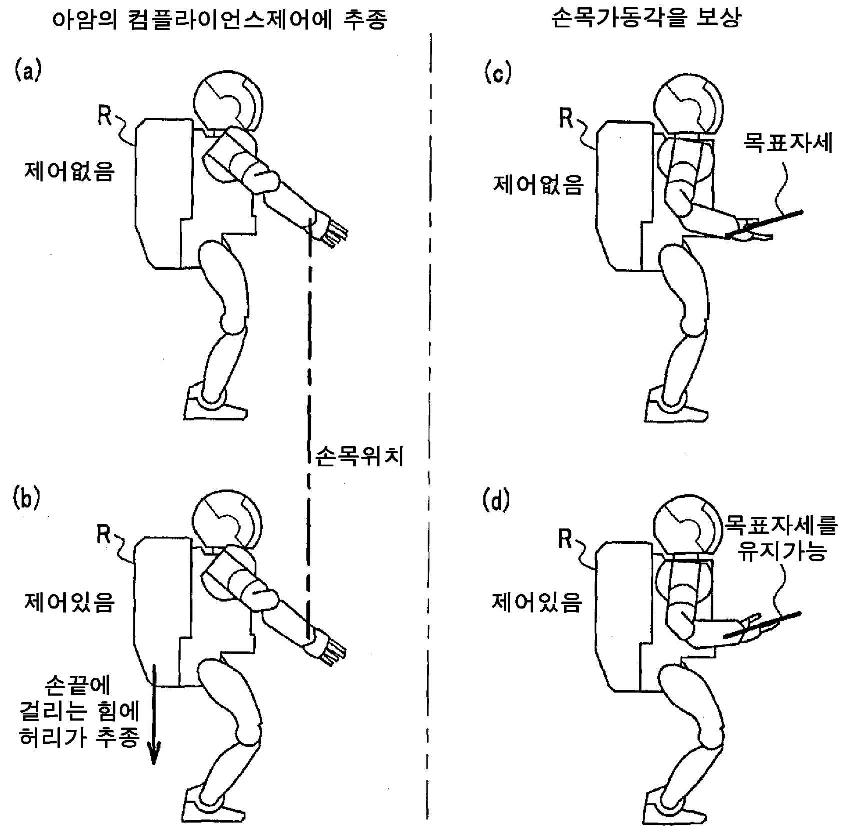
도면8



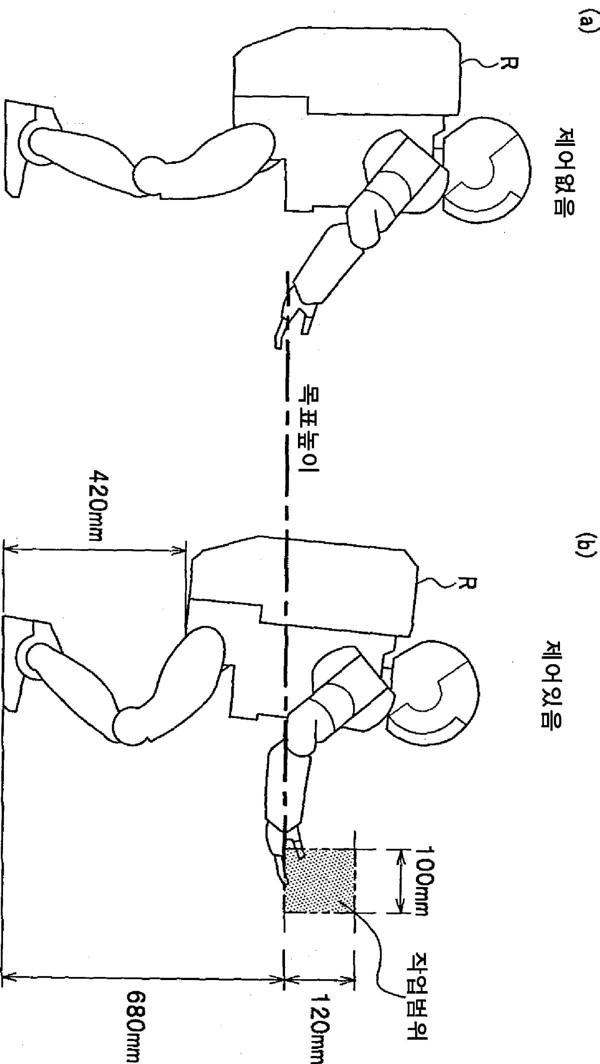
도면9



도면10


아암의 컴플라이언스제어에 추종
손목가동각을 보상
(a)
R
제어없음
(c)
R
목표자세
제어없음
손목위치
(b)
R
제어있음
손끝에
걸리는 힘에
허리가 추종
(d)
R
목표자세를
유지가능
제어있음

도면11



도면12

